

**“PRILOG ISPITIVANJU MODELA METROLOŠKOG SISTEMA U  
RADNIM USLOVIMA POSLOVNIH SISTEMA IZ LANCA  
DOBAVLJAČA AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE”**

**“CONTRIBUTION TO TESTING OF MODEL OF METROLOGY  
SYSTEM IN WORKING CONDITIONS OF BUSINESS SYSTEMS  
FROM AUTOMOTIVE SUPPLY CHAIN”**

**Mr sc. Ismar Alagić dipl.inž.maš.**

**REZ-RDA Centralna BiH, Zenica / Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet u Zenici  
Bosna i Hercegovina**

**Key words:** Model, metrološki sistem, sistem upravljanja kvalitetom (SUK), ispitivanje, lanac dobavljača automobilske industrije.

**REZIME**

*U radu se daje prijedlog modela i metodologije za implementaciju metrološkog sistema u preduzeću za proizvodnju automobilskih dijelova sintetišući tako platformu za osnovni koncept metrološkog sistema u automobilskoj industriji. Metrološki resursi u okviru poslovnog sistema za proizvodnju automobilskih dijelova su osnovni i najvažniji resursi, od čijeg kvaliteta i pouzdanosti u radu zavisi kvalitet svakog procesa. Projektovanje, uspostavljanje, rad i razvoj metrološkog sistema, s obzirom na njegovu složenost, po pravilu, zahtijevaju definisanje modela tog sistema. Model konkretnog sistema, nastao prema opštem modelu, koji je slika jednog ili više realnih metroloških sistema trebalo bi da omogućuje istraživanje zakonitosti sistema simulacije, ocijenjivanje stanja sistema i upravljanje u sistemu uz odgovarajuću računarsku podršku izgrađenu u skladu s tim modelom. Metrološki sistem kao podsistem sistema osiguranja kvaliteta u konkretnom poslovnom sistemu, iako uređen prema odgovarajućim standardima ima specifičnosti koje proističu iz toga poslovnog sistema. U skladu s tim i sistem upravljanja kvalitetom u preduzeću za proizvodnju automobilskih dijelova ima svoje specifičnosti, posebno zbog djelatnosti toga preduzeća i regulisanja poslova u njemu ne samo standardima već i odgovarajućim metrološkim propisima.*

**Key words:** Model, metrology system, Quality management system (QMS), testing, automotive supply chain.

**ABSTRACT**

*A recommendation is given in the paper for the model and the methodology for the implementation of metrology system into factory of automobile parts which establish conditions for the basic concept of metrology system in automotive industry. The Metrology resources in production of automobile parts of business system are basic and most important resources. Designing, establishment, operating and developing a metrology system, concerning its complexity, as rule, require model of that system to be defined. Model of actual system, made according to general model, that is a figure of one or more real metrology system, should enable the exploring of system particularities, simulations, evaluation of system conditions and control within the system based on computer support developed in accordance with that model. Metrology system as subsystem of quality assurance system of specific business system, through organized by adequate standards, has individualities that originate from*

business system. Accordingly, the quality management system in factory of automobile parts has its own individualities, especially because their activities and tasks in it are not regulated only by standards but also by appropriate metrological regulations.

## 1. UVOD

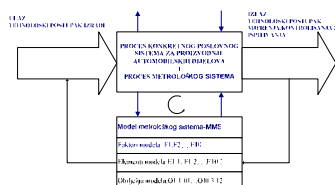
Metrološki resursi u okviru poslovnog sistema za proizvodnju automobilskih dijelova su osnovni i najvažniji resursi, od čijeg kvaliteta i pouzdanosti u radu zavisi kvalitet svakog procesa. Projektovanje, uspostavljanje, rad i razvoj metrološkog sistema, s obzirom na njegovu složenost, po pravilu, zahtijevaju definisanje modela tog sistema.

Model konkretnog sistema, nastao prema opštem modelu, koji je slika jednog ili više realnih metroloških sistema trebalo bi da omogućuje istraživanje zakonitosti sistema simulacije, ocijenjivanje stanja sistema i upravljanje u sistemu uz odgovarajuću računarsku podršku izgrađenu u skladu s tim modelom. Metrološki sistem kao podsistem sistema osiguranja kvaliteta u konkretnom poslovnom sistemu, iako uređen prema odgovarajućim standardima ima specifičnosti koje proističu iz toga poslovnog sistema. U skladu s tim i sistem upravljanja kvalitetom u preduzeću za proizvodnju automobilskih dijelova ima svoje specifičnosti, posebno zbog djelatnosti toga preduzeća i regulisanja poslova u njemu ne samo standardima već i odgovarajućim metrološkim propisima.

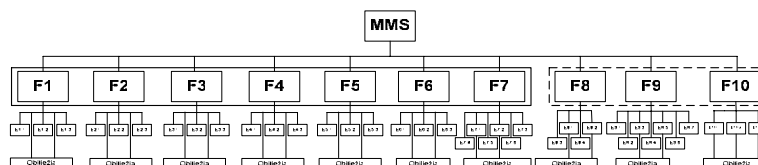
## 2. PROJEKTOVANJE MODELA METROLOŠKOG SISTEMA (MMS)

Metrološki sistem kao sastavni dio sistema upravljanja kvalitetom po svojoj strukturi je veoma složen, stoga je nemoguće pristupiti projektovanju istoga bez ranije izgrađenog modela. Kao i svaki drugi sistem, MS je definisan sa svojim ulazom, procesom i izlazom. Osnovu za definisanje modela metrološkog sistema predstavlja sistem upravljanja kvalitetom čiji je on sastavni dio. Ulaz u sistem upravljanja kvalitetom predstavlja projektovani kvalitet proizvoda ( $P_q$ ), koji se upravljanjem transformiše u određenim dijelovima procesa u upotrebnii kvalitet ( $U_q$ ). Transformacija od projektovanog do upotrebnog kvaliteta se dešava u određenim dijelovima procesa sistema upravljanja kvalitetom, između kojih se uspostavljaju čvrste i neraskidive veze. Ukoliko su uspostavljene veze čvršće, to se kvalitetnije upravlja dijelovima procesa u kojima se vrši transformacija. Ulaz u metrološki proces je tehnološki postupak izrade proizvoda. Dok izlaz iz ovoga procesa predstavlja tehnološki postupak mjerenja, kontrolisanja i ispitivanja, dokumentovan u skladu sa zahtjevima procesa. Proces MS mora osigurati uputstva za potpunu provjeru usaglašenosti karakteristika proizvoda sa specifikacijama u svakoj fazi rada.

Na slici 1 je prezentovana funkcionalna veza između poslovnog sistema za proizvodnju automobilskih dijelova, metrološkog sistema i modela metrološkog sistema izražena kroz proces modeliranja.



Slika 1. Prikaz procesa modeliranja MS.



Slika 2. prikaz strukture MMS.

U tabeli 1 dat je prikaz faktora i elemenata projektovanog MMS kao njegovih sastavnih dijelova.

Na temelju prezentovanih interaktivnih veza stvarnog i projektovanog sistema definiše se struktura metrološkog sistema i njegovog modela-MMS. Model projektovanog metrološkog sistema se sastoji od 10 faktora, 38 elemenata i 418 obilježja. Iz hijerarhijske strukture je vidljivo, da se metrološki sistem sastoji od faktora, faktori od elemenata, a elementi od odgovarajućeg broja obilježja. Time je osigurana interaktivna povezanost svih sastavnih dijelova metrološkog sistema. Metrološki sistem i sistem upravljanja kvalitetom spadaju u složene hijerarhijske sisteme, pa je stoga nemoguće pristupiti sagledavanju i analizi njegove strukture bez ranije izgrađenog modela.

*Tabela 1. Faktori i elementi projektovanog MMS.*

| Faktori modela   | Osnovni elementi modela metrološkog sistema   |
|--|---|
| F1-Radne aktivnosti i zaduženja u metrološkom sistemu  | E1.1 -Radne aktivnosti i zaduženja MS u tehnologiji kontrole i mjerenja kvaliteta;<br>E1.2 -Radne aktivnosti i zaduženja MS pri mjerenju kvaliteta u proizvodnom procesu;<br>E1.3 -Radne aktivnosti i zaduženja MS pri mjerenju kvaliteta u procesu eksploatacije proizvoda;  |
| F2-Tehnička oprema u metrološkom sistemu   | E2.1 -Tehnička oprema MS u tehnologiji kontrole i mjerenja kvaliteta;<br>E2.2 -Tehnička oprema MS u proizvodnom procesu;<br>E2.3 -Tehnička oprema MS pri mjerenju kvaliteta u procesu eksploatacije proizvoda;  |
| F3-Kadrovski resursi u metrološkom sistemu   | E3.1 -Specificiranje profila kadrova u okviru SUK i MS;<br>E3.2 -Prepoznavanje i angažovanje kadrova za SUK i MS;<br>E3.3 -Stimulacija, sistem nagrađivanja i motivisanost kadrova u MS;  |
| F4 -Informacioni resursi u metrološkom sistemu   | E4.1 -Informacioni resursi u tehnologiji kontrole i mjerenja kvaliteta;<br>E4.2 -Informacioni resursi u proizvodnom procesu;<br>E4.3 -Informacioni resursi pri mjerenju kvaliteta u procesu eksploatacije proizvoda;  |
| F5 -Metode i tehnike u metrološkom sistemu   | E5.1 -Metode i tehnike u tehnologiji kontrole i mjerenja kvaliteta;<br>E5.2 -Metode i tehnike u proizvodnom procesu;<br>E5.3 -Metode i tehnike u metrologiji;   |
| F6-Organizacioni aspekt u metrološkom sistemu  | E6.1 -Organizacioni aspekt u tehnologiji kontrole i mjerenja kvaliteta;<br>E6.2 -Organizacioni aspekt u proizvodnom procesu;<br>E6.3 -Organizacioni aspekt pri mjerenju kvaliteta u procesu eksploatacije proizvoda;  |
| F7 -Povezanost metrološkog sistema sa ostalim organizacionim cjelinama sistema i dokumentacioni aspekt | E7.1 -Dokumentaciona osnova funkcionisanja MS<br>E7.2 -Povezanost metrološkog sistema sa poslovnim sistemom;<br>E7.3 -Povezanost metrološkog sistema sa sistemom upravljanja kvalitetom;<br>E7.4 -Povezanost metrološkog sistema sa tehnološkim sistemom;<br>E7.5 -Povezivanje organizacionih funkcija sistema preko MS;<br>E7.6 -Povezivanje dijelova reprodukcionijskih cjelina preko MS; |
| F8-Uticaj metrološkog sistema na kvalitet  | E8.1 -Uticaj metrološkog sistema na kvalitet procesa;<br>E8.2 -Uticaj metrološkog sistema na kvalitet proizvoda;<br>E8.3 -Uticaj metrološkog sistema na kvalitet mašina, opreme i uređaja;<br>E8.4 -Uticaj metrološkog sistema na kvalitet alata;   |
| F9-Uticaj metrološkog sistema na troškove  | E9.1 -Uticaj MS na strukturu troškova;<br>E9.2 -Uticaj MS na troškove kvaliteta modela;<br>E9.3 -Uticaj MS na troškove kvaliteta u okviru poslovnog sistema;<br>E9.4 -Uticaj MS na troškove tehnologije mjerenja kvaliteta;<br>E9.5 -Uticaj MS na troškove u proizvodnji;<br>E9.6 -Uticaj MS na troškove kontrolisanja;<br>E9.7 -Uticaj MS na troškove kvaliteta u eksploataciji.           |
| F10-Uticaj metrološkog sistema na produktivnost i profit   | E10.1 -Uticaj MS na produktivnost procesa;<br>E10.2 -Uticaj MS na produktivnost rada;<br>E10.3 -Uticaj MS na profit i ekonomske efekte poslovanja.  |

U procesu izgradnje strukture modela polazi se od opšteg modela i kao rezultat dobija se konkretan model namijenjen poslovnom sistemu za proizvodnju automobilskih dijelova. Ovaj model je primjenjiv i na sve ostale proizvodne i uslužne djelatnosti uz uvažavanje njihovih specifičnosti. Na slici 2 je dat prikaz hijerarhijske strukture projektovanog MMS sa svim njegovim sastavnim dijelovima. Pregled i specifikacija obilježja koji su sastavni dijelovi projektovanog MMS nisu ovdje prezentovani, iz razloga njihove obimnosti i sveobuhvatnosti (ukupno je prisutno 418 obilježja).

Deset faktora od kojih se sastoji projektovani MMS su podijeljeni u sljedeće dvije grupe:

- a) Faktori preko kojih se mjeri razina kvaliteta metrološkog sistema (F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7);
- b) Faktori preko kojih se osim mjerenja razine kvaliteta MS utvrđuju i efekti funkcionisanja MS (F8, F9 i F10).

U projektovanom MMS uočavaju se tri ključna procesa za normalno funkcionisanje MS, i to:

- a) Proces tehnologije kontrole i mjerenja kvaliteta;
- b) Proces proizvodnje proizvoda i
- c) Proces eksploatacije proizvoda.

Ulaz u metrološki sistem (kao i sistem upravljanja kvalitetom) predstavlja unaprijed definisani cilj, koji se nastoji ostvariti, a izlaz su akcije. Ove akcije zajedno sa ograničenjima predstavljaju ulaze u svaki drugi podsistem putem kojeg se upravlja kvalitetom proizvoda.

### 3. MATEMATIČKI MODEL METROLOŠKOG SISTEMA

Iz strukture MMS ustrojene u četiri hijerarhijska stepena (model, faktori, elementi i obilježja) proističe potreba uvođenja četiri prostora u kojima se vrše odgovarajuće klasifikacije i transformacije.

Na najnižem stepenu hijerarhijske strukture MMS nalazi se prvi, prostor obilježja  $\{E, X, A\}$  određen sa sljedeća tri vektora:

- a) E-transformacija obilježja u elemente, pokazatelje višeg stepena hijerarhijske strukture;
- b) X-matrica pondera (ocjena signifikantnosti) obilježja;
- c) A-vektor ocjene stanja obilježja.

Na drugom stepenu nalazi se prostor elemenata  $\{F, Y, B\}$  određen sa sljedeća tri vektora:

- a) F-transformacija elemenata u faktore-pokazatelje višeg stepena hijerarhijske strukture;
- b) Y-matrica pondera (ocjena signifikantnosti) elemenata;
- c) B-vektor ocjene stanja elemenata.

Prostor faktora  $\{M, Z, C\}$  je višedimenzionalni prostor koji se nalazi na trećem stepenu hijerarhijske strukture modela, a određen je sa sljedeća tri vektora:

- a) M-transformacija faktora u model MS-projektovani pokazatelj na najvišem četvrtom stepenu hijerarhijske strukture. Ova informacija predstavlja ocjenu stanja cjelokupnog realnog metrološkog sistema;
- b) Z- matrica pondera (ocjena signifikantnosti) faktora;
- c) C- vektor ocjene stanja faktora.

Sve tri gore navedene transformacije E, F i M se tretiraju kao linearne, kako bi linearizacija transformacija predstavljala aproksimaciju složenijih teorijskih razmatranja. Matrice gore navedenih pondera X, Y i Z su dimenzionalno određene prema prostorima u kojima se nalaze. Vektor X posjeduje broj skalarnih koordinata  $\{x_{ij}, i=\overline{1, o}; j=\overline{1, p}\}$  koji je identičan sa brojem obilježja za opis stanja metrološkog sistema. Na temelju identične metodologije, vektor Y posjeduje broj skalarnih koordinata  $\{y_{jk}, j=\overline{1, p}; k=\overline{1, r}\}$  koji je identičan sa brojem elemenata, dok vektor Z posjeduje onoliko skalarnih koordinata  $\{z_k, k=\overline{1, r}\}$  koliko je faktora uključeno u projektovani model metrološkog sistema. Sva tri navedena vektora X, Y i Z su normirani, tako da su njihovi zbrojevi koordinata jednaki vrijednosti jedaničnoj vrijednosti (=1). Pri određivanju koordinata vektora pondera X, Y i Z provedeno je istraživanje korištenjem metode grupne ekspertize. Ocjenu stanja obilježja, elemenata i faktora sačinjavaju koordinate vektora A,  $\{a_i, i=\overline{1, o}\}$ , B,  $\{b_j, j=\overline{1, p}\}$ , i C,  $\{c_k, k=\overline{1, r}\}$ , sa ranije definisanim dimenzijama.

Provedeno istraživanje se temeljilo na ocjenjivanju stanja sa ocjenama od 1 do 5. Na taj način uspostavljena skala ocjenjivanja stanja modela obuhvata 5 klasa različite vrijednosti kvaliteta. Navedenih 5 klasa tretira različite stepene u dostizanju kvaliteta, upoređujući ih sa konkurencijom. Tako da su uspostavljene klase definirane na način kako dole slijedi:

- 1 Veoma nizak nivo kvaliteta (potpuno neefikasno stanje bez pozitivnih efekata);
- 2 Nizak nivo kvaliteta (klasa ispodprosječnih stanja uz minimalne pozitivne efekte pri funkcionisanju metrološkog sistema u konkretnim radnim uslovima);
- 3 Srednji nivo kvaliteta (srednja-prosječna klasa kvalitativnih stanja objekata projektovanog metrološkog sistema);
- 4 Visok nivo kvaliteta (klasa vrlo dobrih kvalitativnih stanja sa mogućnošću neprekidnog povećanja njihove efikasnosti);
- 5 Veoma visok nivo kvaliteta ( najviša klase kvaliteta kvalitativnih stanja u razmjerama svjetske konkurencije i najboljih u branši).

Pri primjenjenom postupku ekspertnog ocjenjivanja, prvo se neposredno ocjenjuju obilježja prema gore definisanoj skali ocjenjivanja stanja sa ocjenama od 1 do 5.

Funkcijske veze sa ocjenama stanja elemenata, faktora i cjelokupnog metrološkog sistema ostvaruju se putem sljedećih matematičkih izraza:

$$b_j = x_j' \cdot A = \sum_{i=1}^o x_{ij} \cdot a_i; \quad \sum_{i=1}^o x_{ij} = 1, j = \overline{1, p}; \quad \dots(1)$$

$$c_k = y_k' \cdot B = \sum_{j=1}^p y_{jk} \cdot b_j; \quad \sum_{j=1}^p y_{jk} = 1, k = \overline{1, r}; \quad \dots(2)$$

Ocjena stanja metrološkog sistema data je sljedećim matematičkim izrazom:

$$OS_{MS} = z_k' \cdot C = \sum_{k=1}^r z_k \cdot c_k; \quad \sum_{k=1}^r z_k = 1 \quad \dots(3)$$

Putem izraza (1), (2) i (3) definisan je matematički model projektovanog ocjenjivanja elemenata, faktora i cjelokupnog metrološkog sistema. Iz projektovane strukture MMS vidljivo je da se isti sastoji od obilježja, elemenata i faktora. Putem gore provedene analize su navedeni termini koji definišu nivo kvaliteta svakog stanja aktivnosti, kao i potencijal putem kojeg se dostiže optimalni nivo kvaliteta projektovanog MS. Osim ovoga navedenog potrebno je još definisati metodologiju za kvantificiranje realne i maksimalne razine kvaliteta svih pokazatelja modela, a takođe i izvršiti ocjenjivanje svih neiskorištenih potencijala MMS. Određivanje razine i stanja predstavlja jedan od najkompleksnijih zadataka pri projektovanju MMS jer se vrši na 418 obilježja, 38 elemenata i 10 faktora modela. Po definisanju ocjena i pondera obilježja MMS slijedi određivanje ocjena i pondera elemenata. Nakon toga slijedi ocjenjivanje stanja i signifikantnosti faktora MMS-a.

Sami postupak ocjenjivanja karakteristika izvršen je korištenjem ekspertne metode uz participiranje neovisnih i kompetentnih vanjskih subjekata. Ocjene stanja elemenata, faktora i cjelokupnog MMS predstavljaju ustvari ponderisane prosjeke pokazatelja sa nižih hijerarhijskih stepena (obilježja, elemenata i faktora). Pošto su se odredile ocjene stanja  $a_i(j,k)$  i vrijednost pondera obilježja  $x_{ij}$ , tada se realna razina kvaliteta obilježja projektovanog MMS izračunava korištenjem sljedećeg matematičkog obrasca:

$$RQR(i,j,k) = a_i(j,k) \cdot x_{ij}; \quad \dots(4)$$

Maksimalna razina kvaliteta odgovarajućeg obilježja (i) iz elementa (j) je definisana sa obrascem:

$$RQM(i,j,k)=\max a_i(j,k)\cdot x_{ij} ; \quad \dots(5)$$

Sa  $\max a_i(j,k)$  predstavljena je najveća moguća ocjena stanja obilježja (i), koja iznosi 5. Indeks iskorištenosti je dat sljedećom matematičkom relacijom:

$$I(i,j,k)=\frac{RQR_{(i,j,k)}}{RQM_{(i,j,k)}} ; \quad \dots(6)$$

Neiskorišteni potencijal za obilježja se izračunava prema sljedećoj matematičkoj relaciji:

$$RI_i(j,k)= RQM(i,j,k)- RQR(i,j,k); \quad \dots(7)$$

Pošto se odrede ocjene stanja i vrijednost pondera obilježja (i) u odnosu na element (j), pristupa se izračunavanju ocjene stanja elementa (j) prema matematičkom izrazu (1) uz izračunavanje razine kvaliteta definisane određenim elementom identičnim pristupom kao i za obilježje . Potom se identičan postupak primjenjuje i za faktore Na samome kraju, pristupa se određivanju ocjene stanja cjelokupnog metrološkog sistema na osnovu matematičke relacije (3). Po određivanju procjene značaja metrološkog sistema u odnosu na cjelokupni poslovni sistem, pristupa se određivanju realne i maksimalne razine kvaliteta metrološkog sistema prema sljedećim matematičkim relacijama:

$$RQR=OS_{MS}\cdot P_{MS}; \quad \dots(8)$$

$$RQM=\max OS_{MS}\cdot P_{MS}; \quad \dots(9)$$

Vrijednost pondera metrološkog sistema u odnosu na cjelokupan poslovni sistem je označena sa  $P_{MS}$ . Preostale dvije veličine koje karakterišu kvalitet projektovanog MMS, indeks iskorištenosti i neiskorišteni potencijal su definisani sa sljedećim matematičkim relacijama:

$$I_{MS}=\frac{RQR}{RQM} ; \quad \dots(10)$$

$$RI=RQM-RQR; \quad \dots(11)$$

Provedeno istraživanje se temeljilo na ocjenjivanju stanja sa ocjenama od 1 do 5. Na taj način uspostavljena skala ocjenjivanja stanja modela obuhvata 5 klasa različite vrijednosti kvaliteta. Navedenih 5 klasa tretira različite stepene u dostizanju kvaliteta, upoređujući ih sa konkurencijom. Pri primjenjenom postupku ekspertnog ocjenjivanja, prvo se neposredno ocjenjuju obilježja, potom elementi i na kraju faktori modela prema gore definisanoj skali ocjenjivanja stanja sa ocjenama od 1 do 5. Primjenom navedenog aparata dobijamo matematičke obrasce za izračunavanje svih sastavnih dijelova (faktora, elemenata i karakteristika) projektovanog MMS.

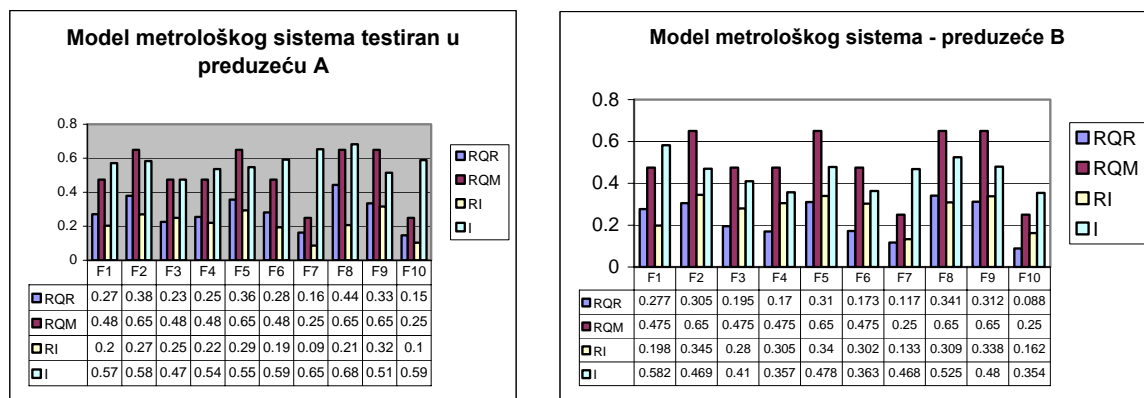
#### 4. TESTIRANJE PROJEKTOVANOG MMS I ANALIZA REZULTATA OCJENJIVANJA

Provedeno je testiranje projektovanog MMS u radnim uslovima dva renomirana BH proizvođača automobilskih dijelova. Iz razloga ograničenosti prostora, u ovome radu ćemo ukazati na samo rezultati dobijene u slučaju testiranja na uzorku preduzeća A, a za slučaj preduzeća B prezentujemo rezultate provedenog testiranja date na slici 3.

Nakon testiranja modela u radnim uslovima preduzeća A možemo iznijeti sljedeće konstatacije:

- Izvršeno je ocjenjivanje veličina stanja i značajnost (ocjene stanja i ponderi) MMS na svim hijerarhijskim stepenima projektovanog MMS;
- Uvedenom matematičkom interpretacijom projektovanog MMS, a uz korištenje uspostavljenih matematičkih veza između sastavnih dijelova modela utvrđeno je postojeće stanje pokazatelja metrološkog sistema (RQR, RQM, RI, I) u konkretnim radnim uslovima;
- Ekspertni tim je uspostavio sljedeću skalu ocjene značajnosti, gdje su u prvu najvišu klasu pondera svrstani faktori: F2, F5, F8 i F9. U drugu klasu pondera spadaju faktori: F1, F3, F4 i F6, treću klasu pondera predstavljaju faktori F7 i F10;
- Najniži indeks iskorištenosti od 10 faktora projektovanog MMS posjeduje faktor F3- Kadrovski resursi u MS sa vrijednošću  $I=0,475$ . Ova činjenica je posljedica veoma loše kvalifikacione strukture i stručne osposobljenosti angažovanih kadrova u preduzeću A.
- Najviše stepen iskorištenosti posjeduju faktori u sljedećem redosljedu: F8, F7, F6, F10, F2, F1, F5, F4, F9 i F3.
- Najnižu razinu kvaliteta sa vrijednošću  $RQR=0,147$  posjeduje faktor F10 projektovanog MMS, koji posjeduje i najmanju ocjenu značajnosti sa vrijednošću 0,05;
- Najviše neiskorišteni potencijali za faktore projektovanog MMS, su dati u sljedećem redosljedu: F9, F5, F2, F3, F4, F1, F8, F6, F10 i F7.
- Mjere u smislu poboljšanja uočenih neiskorištenih potencijala je potrebno najprije primjeniti u okviru faktora F9 (Uticaj MS na troškove), zatim F5 (Metode i tehnike u MS), faktor F2 (Tehnička oprema u MS) a dalje u svim ostalim faktorima prema dobijenim rezultatima;
- Među elementima projektovanog MMS najniži indeks iskorištenosti ima element E3.3 (Stimulacija, sistem nagrađivanja i motivisanost kadrova u MS), zatim E9.7 (Uticaj MS na troškove kvaliteta u eksploataciji), potom E9.1 (Uticaj MS na strukturu troškova), slijedi E9.3 (Uticaj MS na troškove kvaliteta u okviru poslovnog sistema) i dr. Iz ovoga je vidljivo da najniži indeks iskorištenosti posjeduju čak 3 elementa od faktora F9 (Uticaj MS na troškove), stoga je to područje najvećih korektivnih mjera i poboljšanja, naravno uz element E3.3 koji posjeduje pojedinačno najnižu vrijednost indeksa iskorištenosti u cjelokupnom MMS.
- Najvišu vrijednost neiskorištenih potencijala među elementima projektovanog MMS posjeduju: E1.1 (Radne aktivnosti i zaduženja MS u tehnologiji kontrole i mjerenja kvaliteta); zatim E3.3 (Stimulacija, sistem nagrađivanja i motivisanost kadrova u MS) i ostali elementi prema redosljedu datom u tabeli dobijenih rezultata.
- Najvišu vrijednost neiskorištenih potencijala među obilježjima projektovanog MMS posjeduju sljedeća obilježja: O2.3.01 (Tehnička oprema za mjerenje, kontrolisanje i ispitivanje proizvoda u fazi eksploatacije), O2.3.02 (Tehnička oprema za funkcionalna ispitivanja upotrebnog kvaliteta proizvoda), O2.1.03 (Tehnička oprema u procesu pripreme proizvodnje), O2.1.02 (Tehnička oprema u tehnologiji kontrolisanja, mjerenja i ispitivanja) i dr.
- Analizom rezultata dobijenih testiranjem projektovanog MMS u radnim uslovima preduzeća A uočeno je 28 tačaka kritičnog kvaliteta. Tačke "kritičnog kvaliteta" predstavljaju područja rada preduzeća, gdje se kvalitet nalazi na granici dozvoljenog nivoa kvaliteta. U navedenim područjima i dijelovima sistema neophodno je brzo i efikasno kroz program mjera poboljšanja otkloniti uočene neusaglašenosti.

Iz pregleda tačaka "kritičnog kvaliteta" uočljivo je da ih najveći broj dolazi iz područja faktora F3 (Kadrovski resursi u metrološkom sistemu) i F9 (Uticaj metrološkog sistema na troškove). Stoga ova dva faktora predstavljaju žarišno područje djelovanja korektivnih mjera.



Slika 3. Rezultati testiranja mms u radnim uslovima bh preduzeća a i b.

## 5. ZAKLJUČAK

Na temelju prezentovanih teoretskih osnova i provedenih eksperimentalnih istraživanja u ovome radu, mogu se iznijeti sljedeći zaključci:

-Razvijen je model metrološkog sistema (MMS) sa hijerarhijskom strukturom koja se sastoji od tri nivoa: faktora, elemenata i obilježja. Projektovani MMS predstavlja veoma složen hijerarhijski model koji se sastoji od: 10 faktora, 38 elemenata i 418 obilježja.

- Primjenjena metodologija ocjene metrološkog sistema kao rezultate nudi sljedeća četiri parametra kvaliteta funkcionisanja MS: Realna razina kvaliteta (RQR), Maksimalna razina kvaliteta (RQM), Neiskorišteni potencijal (RI) i Indeks iskorištenosti (I).

- Primjenom projektovanog MMS i njegovim testiranjem u analiziranim preduzećima uočile su se kritične "tačke kvaliteta". Kritične tačke kvaliteta predstavljaju tkz. crne tačke u kojima je ugroženo efikasno i kvalitetno funkcionisanje MS i SUK. Neophodno je hitno pristupiti korektivnim mjerama njihovog otklanjanja kroz definisan program poboljšanja sistema. U preduzeću A je uočeno 28 tačaka kritičnog kvaliteta, dok je na primjeru preduzeća B, ovaj broj mnogo veći i iznosi 74.

- Testiranjem modela metrološkog sistema u konkretnim radnim uslovima preduzeća A, dobijeni su sljedeći rezultati: Prosječna ocjena stanja testiranog modela MS je:  $OS_{MS}=2,8724$ ; Realna razina kvaliteta-RQR=0,286; Neiskorišteni potencijal-RI=0,214; Indeks iskorištenosti I=0,571.

- Testiranjem modela metrološkog sistema u konkretnim radnim uslovima preduzeća B, dobijeni su sljedeći rezultati: Prosječna ocjena stanja testiranog modela MS je:  $OS_{MS}=2,2432$ ; Realna razina kvaliteta-RQR=0,229; Neiskorišteni potencijal-RI=0,271; Indeks iskorištenosti I=0,458.

## 6. REFERENCE

[1] Alagić I.: "Projektovanje metrološkog sistema kao dijela sistema obezbjeđenja kvaliteta u preduzeću za proizvodnju automobilskih dijelova", magistarska teza, Mašinski fakultet u Zenici, 2004.